

# Pemodelan Sistem Dinamik Ketercapaian Kontribusi Biodiesel dalam Bauran Energi Indonesia 2025

**Hamdan Handoko, E.Gumbira Sa'id, Yusman Syaukat**  
Sekolah Pasca Sarjana Manajemen Bisnis Institut Pertanian Bogor

**Widodo W. Purwanto**  
Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia

## Abstrak

*Industri Biodiesel di Indonesia baru tumbuh secara komersial sejak tahun 2005 didorong oleh pertimbangan-pertimbangan ketahanan energi yang dipicu oleh makin mahalnya harga-harga energi, meningkatnya kesadaran lingkungan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan kesempatan untuk mengkapitalisasi ketersediaan pasokan minyak kelapa sawit. Pemerintah Republik Indonesia mentargetkan biodiesel untuk berkontribusi sebesar 10,22 juta kilo liter dalam bauran energi Indonesia 2025 di tengah-tengah lemahnya kinerja utilisasi kapasitas industri biodiesel sebesar 27% di tahun 2010 dari total kapasitas produksi sebesar 4,2 juta ton per tahun. Model Sistem dinamik dengan nama Model Dinamik Industri Biodiesel Indonesia (MDIBI) dikembangkan sebagai platform untuk mengkaji struktur dan perilaku industri biodiesel, diperkaya dengan masukan wawancara dan diskusi dengan panel ahli biodiesel, mensimulasi dampak kebijakan energi, seperti subsidi biodiesel, pengurangan subsidi solar, pajak lingkungan terhadap solar, dan mandat campuran biodiesel-solar terhadap kinerja produksi biodiesel, konsumsi biodiesel, tingkat keuntungan industri biodiesel yang ditunjukkan oleh variabel EBITDA dan Pengurangan Emisi Karbon (Carbon Emission Reduction-CER) selama periode simulasi 2005-2030. Berdasarkan MDIBI Skenario 1, ketercapaian kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025 untuk menyumbangkan 10,22 juta kilo liter per tahun tidak dapat dicapai dengan struktur dan kondisi saat ini terutama disebabkan tiga faktor utama, yaitu (i) mandat campuran yang rendah, (ii) pasokan bahan baku terbatas yang harus dialokasikan untuk industri minyak goreng, oleokimia dan pangan serta biodiesel, dan (iii) pasar yang masih sangat terbatas pada sektor transportasi public services obligation (PSO) saja.*

*Kata kunci: industri biodiesel, model sistem dinamik, kebijakan energi, bauran energi, biodiesel Indonesia*

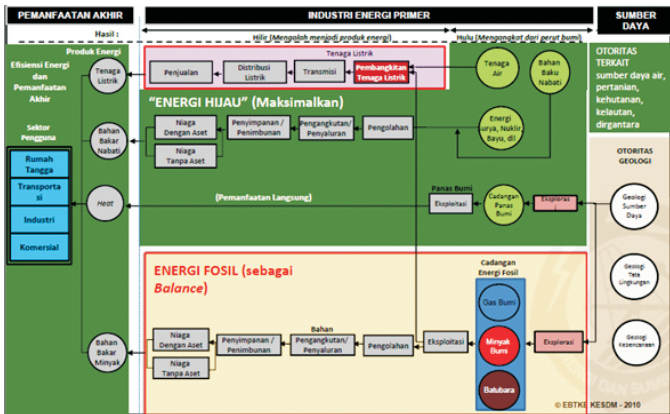
Abstract

*Biodiesel industry in Indonesia commercially emerged in 2005 driven by concerns on energy security triggered by high oil price, increasing environmental demand to reduce CO<sub>2</sub> emission, while leveraging on Crude Palm Oil feed stock availability. The Government of Indonesia mandated biodiesel to contribute 10.22 million kilo litre in 2025 energy mix target, beside current weak industry performance of 27% low utilization ratio of biodiesel plant installed capacity of 4.2 million ton per annum. A system dynamic model, called Indonesia Biodiesel Industry Dynamic Model, has been developed as a platform to study the structure and behaviour of the biodiesel industry enriched with inputs from biodiesel related experts panel discussion and interview and to simulate the impact of energy policy interventions, such as biodiesel subsidy, diesel subsidy reduction and removal, blending mandate, and diesel environmental tax to the performance of biodiesel production, industry profitability EBITDA and Carbon Emission Reduction (CER) during simulation period of 2005-2030. Based on the scenario 1 of MDIBI, targeted 10.22 million tones per annum contribution of biodiesel in 2025 Indonesia's energy mix would not be achieved with current structure and condition, mainly due to three factors, which are (i) low mixture of biodiesel-diesel mandate, (ii) a relatively limited supply of CPO raw materials which must be allocated for competing demand from cooking oil, oleofoods, oleochemicals and biodiesel industries, and (iii) currently available limited public service obligation (PSO) market.*

*Keywords: biodiesel industry, system dynamic modelling, energy policy, energy mix, Indonesian biodiesel.*

1. Pendahuluan

Pengembangan industri biodiesel di Indonesia mulai mendapat perhatian yang cukup serius dari Pemerintah sejak tahun 2005. Hal ini sejalan dengan perubahan paradigma penyediaan dan pemanfaatan energi nasional dari berbasis manajemen sisi penawaran saja ke manajemen berbasis sisi permintaan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Perubahan paradigma dari sebelumnya penyediaan energi fosil dengan biaya berapapun, bahkan disubsidi, dengan energi hijau sebagai alternatif menjadi memaksimalkan penggunaan energi hijau dengan energi fosil sebagai penyeimbang.



Gambar 1. Sistem Penyediaan dan Pemanfaatan Energi Nasional dengan Pendekatan Manajemen Sisi Permintaan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2011)

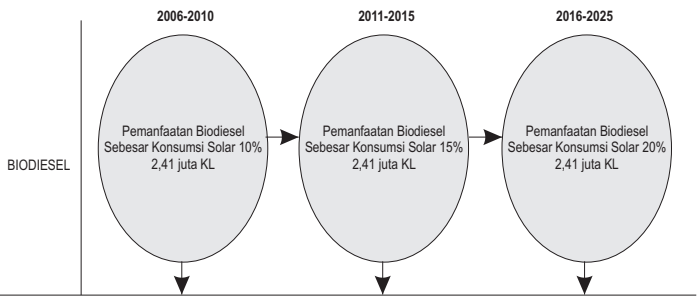
Otoritas energi yang semula menjadi domain Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral kini juga bersifat lintas sektoral dengan keterlibatan otoritas sumber daya air, pertanian, kehutanan, kelautan dan dirgantara. Peraturan Pemerintah No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) menargetkan kontribusi Bahan Bakar Nabati (BBN) sebesar 5% (255 juta Setara Barel Minyak) dari total kebutuhan energi primer Indonesia di tahun 2025 (5,1 miliar Setara Barel Minyak). Besaran 255 juta Setara Barel Minyak merupakan angka yang besar untuk dicapai apalagi mempertimbangkan kemampuan pasokan BBN yang sebelumnya hampir tidak pernah ada di Indonesia.

Beberapa kebijakan dan program telah dikeluarkan dan dijalankan oleh Pemerintah Indonesia, mulai dengan Instruksi Presiden No. 1 tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan BBN sebagai Bahan Bakar Lain, pembentukan Tim Nasional BBN yang telah menyelesaikan cetak biru (*blue print*) dan peta jalan (*road map*) Pengembangan BBN, sampai dengan kebijakan peraturan yang lebih teknis sifatnya.

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No.32/2008, kewajiban pemanfaatan biodiesel dilakukan bertahap pada berbagai sektor dengan target campuran biodiesel-solar sebesar 20% di tahun 2025, sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1. Target tersebut akan menimbulkan pasar sehingga meningkatkan permintaan biodiesel yang cukup signifikan. Mengacu pada peta jalan Tim Nasional BBN ditargetkan 4 juta hektar perkebunan sawit dan 3 juta hektar perkebunan jarak pagar dengan produksi biodiesel dan biooil sebesar 25 juta kilo liter per tahun merupakan target yang besar dan memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang baik. Gambar 2 menunjukkan rencana strategis target produksi biodiesel sebesar 10,22 juta kilo liter per tahun di tahun 2025, yang merupakan suatu angka yang cukup besar untuk dicapai.

Tabel 1. Target Campuran Biodiesel-Solar

Jenis Sektor	Okt-Des 2008	Januari 2009	Januari 2010	Januari 2011	Januari 2012	Januari 2013
Rumah Tangga	-	-	-	-	-	-
Transportasi PSO	1%	1%	2,50%	5%	10%	20%
Transportasi Non PSO	-	1%	3%	7%	10%	20%
Industri dan Komersial	2,5%	2,5%	5%	10%	15%	20%
Pembangkit Listrik	0,1%	0,25%	1%	10%	15%	20%

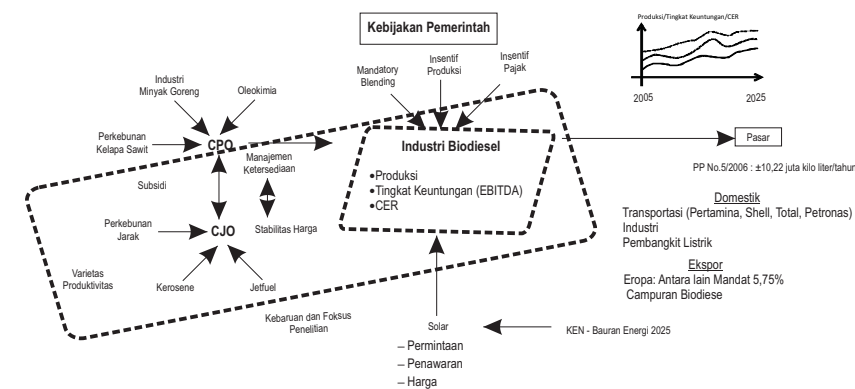


Gambar 2. Rencana Strategis Biodiesel 2006-2025

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kondisi aktual (*state of the art*) industri biodiesel Indonesia.
2. Menganalisis potensi ketercapaian target kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025.
3. Menghasilkan Model Dinamik Industri Biodiesel Indonesia (MDIBI) berbahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Crude Jatropha Oil* (CJO) dengan menggunakan pemodelan sistem dinamik.
4. Dengan menggunakan simulasi MDIBI, merekomendasikan kebijakan-kebijakan yang dapat dilakukan oleh Pemerintah untuk pencapaian target kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025.

Gambar 3 menjelaskan kerangka pemikiran konseptual penelitian. Variabel-variabel terkait mata rantai industri biodiesel diidentifikasi dan dimodelkan dalam hubungan sebab akibat dan umpan balik untuk memahami dan mengeksplorasi sistem tersebut. Penajaman dan fokus mata rantai nilai biodiesel berbahan baku CJO dilakukan sebagai kebaruan penelitian.



Gambar 3. Kerangka Pemikiran Konseptual Penelitian

2. Latar Belakang Teori

2.1. Pemikiran Sistem (*System Thinking*)

Jackson (2003) menyatakan bahwa *pemikiran sistem* merangkul konsep menyeluruh (*holism*) dan kreativitas untuk menangani kompleksitas, perubahan dan perbedaan. Pendekatan sistem dapat diklasifikasikan menjadi empat tipe berdasarkan tujuannya, yakni: (i) meningkatkan pencarian tujuan dan kelayakan, (ii) tujuan eksplorasi, (iii) memastikan kewajaran, dan (iv) mempromosikan keragaman. Jackson (2003) juga mengklasifikasikan konteks permasalahan sebagaimana ditunjukkan oleh matriks dua dimensi berdasarkan pelaku dan kompleksitas sistem pada Tabel 2. Metodologi Sistem Dinamik termasuk dalam kuadran Kesatuan-Kompleks karena peserta yang cenderung bersatu menginginkan tujuan pencarian dan kelayakan pada sistem yang kompleks. Sistem Dinamik dipilih karena merupakan pemodelan yang dapat merepresentasikan industri biodiesel yang dikaji dengan keterkaitan antar variabel yang dapat diformulasikan hubungannya secara matematis untuk menghasilkan output variabel-variabel kajian secara kuantitatif.

Tabel 2. Matriks Konteks Permasalahan Berdasarkan Pelaku dan Kompleksitas Sistem

	PESERTA		
	Kesatuan ( <i>Unitary</i> )	Pluralis ( <i>Pluralist</i> )	Paksaan ( <i>Coercive</i> )
Sederhana	Kesatuan-Sederhana ( <i>Simple-Unitary</i> )	Pluralitas-Sederhana ( <i>Simple-Pluralist</i> )	Paksaan-Sederhana ( <i>Simple-Coercive</i> )
Kompleks	Kesatuan-Kompleks ( <i>Complex-Unitary</i> )	Pluralitas-Kompleks ( <i>Complex-Pluralist</i> )	Paksaan-Kompleks ( <i>Complex-Coercive</i> )

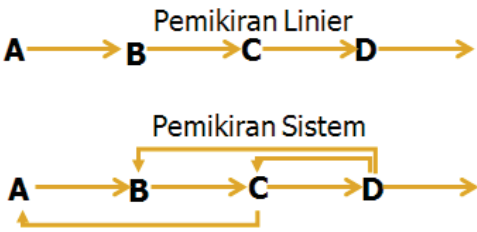
Sumber: Jackson, 2003

Richmond (2004) menyatakan bahwa model mental dalam menseleksi variabel-variabel realitas ke dalam model pemikiran sering terdistorsi sehingga menyebabkan kesalahan dalam pengambilan keputusan. Gambar 4 merupakan ringkasan perbedaan dari model mental tradisional yang berpikir seolah-olah variabel-variabel dalam sistem bertindak independen, berlaku satu arah, memiliki dampak seketika dan linier terhadap pendekatan pemikiran sistem yang mengkaji hubungan antar variabel sebagai saling tergantung, berlaku dua arah, terdapat penundaan (*delay*) dan bersifat *non linier*.

Model Mental	Meta/Asumsi Tradisional	Pemikiran Sistem
Faktor/Variabel	Bertindak Independen	Saling tergantung
Sebab-Akibat	Berlaku satu arah	Berlaku dua arah
Dampak	Seketika	Tertunda
	Linier	Non Linier

Gambar 4. Asumsi Tradisional & Pemikiran Sistem

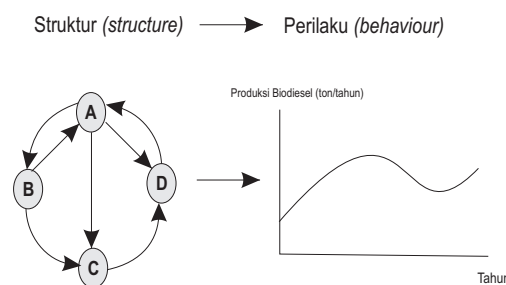
Kim (1997) mengilustrasikan perbedaan pemikiran linier dan pemikiran sistem dalam Gambar 5. Beberapa prinsip utama dalam pemikiran sistem adalah bahwa (i) Model yang dibangun melalui suatu analisis struktural, berdasarkan pendekatan *pemikiran sistem*, dimungkinkan untuk mempunyai titik kontak yang banyak, (ii) Dalam paradigma *pemikiran sistem*, struktur fisik ataupun struktur pengambilan keputusan diyakini dibangun oleh unsur-unsur yang saling-bergantung dan membentuk suatu lingkaran tertutup, (iii) Hubungan unsur-unsur yang saling bergantung tersebut merupakan hubungan sebab-akibat umpan-balik dan bukan hubungan sebab-akibat searah. Lingkaran umpan-balik tersebut merupakan blok pembangun model utama.



Gambar 5. Pemikiran Linier dan Pemikiran Sistem

## 2.2. Pengembangan Kebijakan dengan Sistem Dinamik

Dalam sistem dinamik, sebuah fenomena selalu terkait dengan dua aspek, yaitu (i) Struktur (*structure*) merupakan unsur pembentuk fenomena dan pola keterkaitan antar unsur tersebut, dan (ii) Perilaku (*behaviour*) adalah perubahan suatu besaran/variabel dalam suatu kurun waktu tertentu, baik kuantitatif maupun kualitatif. Sebagai ilustrasi, Gambar 6 menunjukkan bahwa suatu struktur tertentu dengan variabel-variabel yang saling berpengaruh dalam *loop* tertutup akan menghasilkan perilaku tertentu, misalnya produksi biodiesel per tahun sebagai fungsi struktur sistem tersebut.

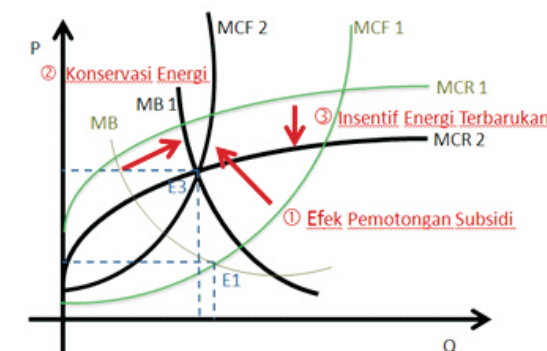


Gambar 6. Struktur Menentukan Perilaku

Tasrif (2011) menyatakan bahwa dengan pemahaman terhadap struktur sebuah sistem, maka akan timbul pertanyaan terhadap perilaku sistem tersebut, berupa (i) Berapakah nilai besaran tersebut pada suatu titik waktu yang akan datang ? (prakiraan, prediksi masa depan) (ii) Mengapa perubahan besaran tersebut seperti itu ? dan dengan cara bagaimanakah mengubahnya ? Hubungan struktur perilaku tersebut merupakan landasan dalam menyusun strategi dan menganalisis serta memformulasikan kebijakan.

Dengan demikian, menurut Tasrif (2011) model kebijakan yang dibentuk untuk tujuan seperti di atas haruslah memenuhi syarat-syarat berikut: (i) karena efek suatu intervensi kebijakan dalam bentuk perilaku merupakan suatu kejadian berikutnya, maka untuk melacakinya, perlu ada elemen waktu sehingga bersifat dinamis; (ii) mampu mensimulasikan bermacam intervensi dan dapat memunculkan perilaku sistem karena adanya intervensi tersebut; (iii) memungkinkan mensimulasikan suatu intervensi yang efeknya dapat berbeda secara dramatik: (a) dalam konteks waktu (antara jangka pendek dan jangka panjang, *trade-off waktu*), dan (b) dalam konteks sektoral, memperbaiki *kinerja* suatu sektor, tetapi berakibat memperburuk *kinerja* sektor yang lain (*trade-off antar sektor*) atau yang dikenal dengan istilah kompleksitas dinamik; (iv) perilaku sistem di atas dapat merupakan perilaku yang pernah dialami dan teramati (historis), perilaku pernah dialami namun belum pernah teramati, atau belum pernah dialami tetapi kemungkinan besar terjadi; dan (v) mampu menjelaskan mengapa suatu perilaku tertentu, transisi yang sukar misalnya, dapat terjadi.

Gambar 7 mengilustrasikan perlunya kebijakan pemerintah untuk mendukung pengembangan energi terbarukan termasuk biodiesel dengan menggeser kurva permintaan dan penawaran. Komitmen Pemerintah untuk mengoptimalkan alokasi sumber-sumber energi memerlukan : (i) pengurangan subsidi untuk energi konvensional (menggeser kurva MCF1 menuju MCF2), (ii) mendorong konservasi energi pada sisi permintaan (mendorong kurva MB ke MB1), dan (iii) mendukung difusi energi terbarukan ke pasar (mendorong kurva MCR1 menuju MCR2). Tindakan-tindakan di atas akan mendorong alokasi sumberdaya yang optimal pada titik E3.



Gambar 7. Bauran Kebijakan untuk Difusi Energi Terbarukan (JICA, 2009)

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan kombinasi pendekatan eksploratif dan deskriptif. Penelitian eksploratif dilakukan dengan melakukan analisis investigasi yang mendalam terhadap data, informasi dan penelitian sebelumnya dan wawancara/diskusi dengan 15 ahli biodiesel di Universitas (IPB, ITB), APROBI (Asosiasi Perusahaan Biodiesel Indonesia), Perusahaan Biodiesel, Pertamina, Lembaga

Pemerintah (BPPT, Bappenas) dan lain-lain untuk memberikan landasan pengetahuan terhadap permasalahan yang sedang diteliti, menginvestigasi status saat ini dan prospek masa depan industri biodiesel di Indonesia. Model sistem dinamik dikembangkan untuk melakukan simulasi kebijakan dan dampaknya selama periode simulasi 2005-2030.

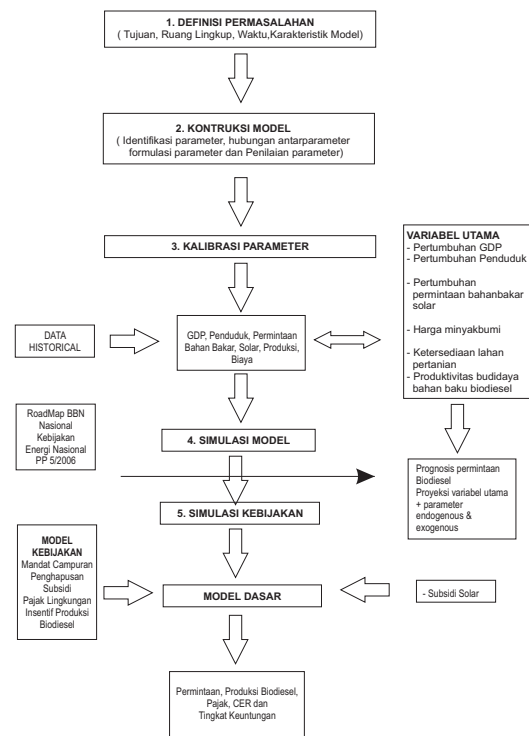
### 3.1. Sistem Dinamik

Sistem dinamik diperkenalkan pada pertengahan tahun 1950-an oleh Jay W Forrester dari *Massachusetts Institute of Technology* melalui bukunya *Industrial Dynamics* (Forrester, 1961). Sejak dipublikasikannya buku tersebut ruang lingkup aplikasi dari sistem dinamik telah tumbuh sangat ekstensif. Sistem dinamik merupakan metodologi untuk mempelajari dan mengelola sistem umpan balik yang kompleks. Kita dapat mempelajari hubungan antara X dan Y dan secara independen, hubungan antara Y dan X dan memprediksikan kelakuan (*behaviour*) dari sistem (Sterman, 2010).

Morecroft (2008) menguraikan bahwa kompleksitas dinamis berpijak pada hubungan dan saling ketergantungan yang mengikat bersama sistem bisnis dan sosial. Jika terjadi perubahan di salah satu bagian sistem akan berpengaruh pada bagian lain di sistem tersebut dan sebaliknya. Sering implikasi tersebut tidak selalu jelas dan sering *counterintuitive*. Kompleksitas dinamis tidak selalu berarti besar, detail dan kompleks dengan melibatkan ratusan atau ribuan komponen yang saling berinteraksi. Hal yang penting bukan pada jumlah komponen/variabel yang terlibat, tetapi kejelasan yang menyatukan variabel-variabel tersebut. Kejelasan tersebut meliputi: (i) penundaan waktu, (ii) proses akumulasi stok, (iii) ketidakiineran (*non-linearities*), dan (iv) lup umpan balik tertutup (*closed feedback loops*).

Tahapan pengembangan MDIBI dilakukan dengan lima tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8. Referensi kinerja simulasi model adalah *Road Map Bahan Bakar Nabati Nasional* yang disiapkan Tim Nasional Bahan Bakar Nabati dan Kebijakan Energi Nasional berdasarkan Peraturan Pemerintah No.5/2006.





Gambar 8. Tahapan Pengembangan Model Dinamik Industri Biodiesel Indonesia (MDIBI)

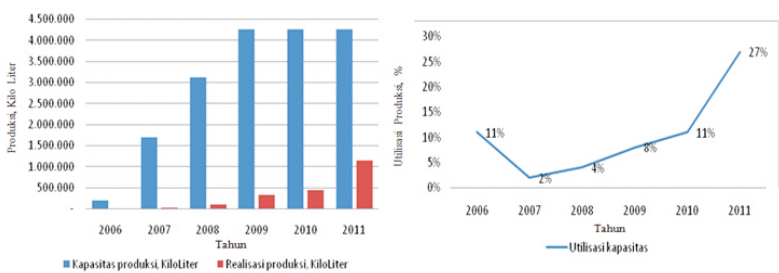
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Dinamika Perkembangan Industri Biodiesel 2005-2011

Perkembangan industri biodiesel Indonesia lima tahun pertama sejak tahun 2005 sebagai industri yang baru tumbuh ditandai dengan kinerja yang belum mengembirakan karena peraturan perundang-undangan yang belum siap. Meskipun kapasitas produksi biodiesel tersedia cukup besar, yaitu 4,2 juta ton sejak tahun 2009, utilisasi kapasitas industri biodiesel sangat rendah, yaitu di bawah 10% sebelum 2010. Utilisasi kapasitas produksi biodiesel baru mulai meningkat pada tahun 2011 menjadi 27%.

Dinamika kinerja tersebut sejalan dengan makin meningkatnya dukungan pemerintah melalui kebijakan, yaitu: (i) Kebijakan mandat campuran biodiesel ke solar (2008), (ii) Payung hukum pemberian subsidi untuk biodiesel (2009), dan (iii) Kesepakatan mekanisme penetapan harga biodiesel antara produsen biodiesel dan Pertamina sebagai pelaksana distribusi dan penjualan biosolar dengan mengacu pada indeks harga biodiesel internasional (2010).

Permasalahan utama pengembangan kinerja terutama terkait dengan kepastian pasar, karena sampai saat ini pasar domestik hanya dilayani oleh Pertamina pada sektor transportasi PSO (*Public Service Obligation*) saja dan belum diimplementasikan pada sektor industri dan pembangkit listrik. Pasar ekspor hanya terbatas dilakukan oleh beberapa produsen besar yang memiliki infrastruktur bisnis terintegrasi, permodalan kuat dan akses intelijen pasar yang kuat.

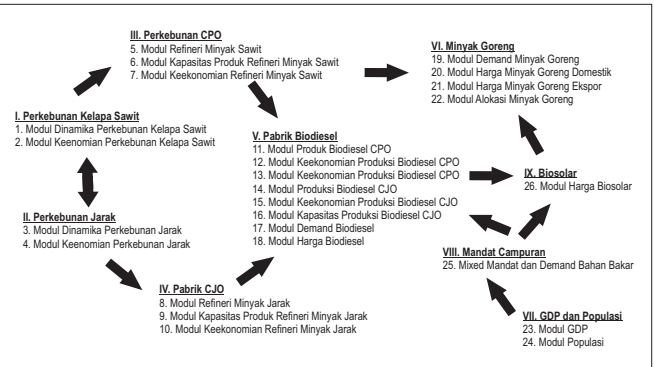


Gambar 9. Kapasitas, Realisasi, dan Utilisasi Kapasitas Produksi Biodiesel Indonesia (Asosiasi Produsen Biodiesel Indonesia, 2011)

4.2. Model Dinamik Industri Biodiesel Indonesia (MDIBI)

Tujuan pengembangan MDIBI adalah untuk meningkatkan pemahaman sistem industri biodiesel Indonesia dan meningkatkan kualitas proses pengambilan kebijakan dan keputusan terkait industri tersebut. Tujuan khusus adalah menganalisis ketercapaian target kontribusi produksi biodiesel dalam target bauran energi Indonesia 2025. Simulasi model juga digunakan untuk memperlihatkan dampak kebijakan insentif/subsidi produksi di level produsen biodiesel dan perkebunan jarak pagar, mandat pemakaian biodiesel sebagai campuran solar, pencabutan subsidi solar dan pengenaan pajak lingkungan solar terhadap perilaku produksi biodiesel, tingkat keuntungan industri biodiesel dan *Carbon Emission Reduction* (CER).

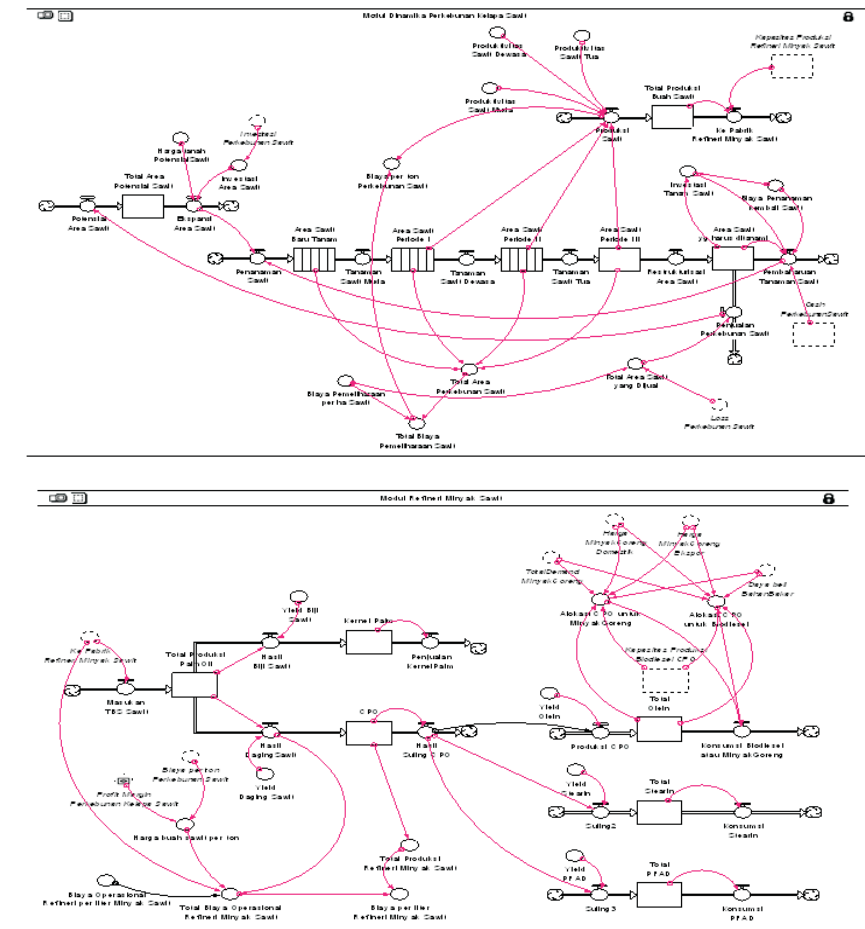
Terdapat sembilan sektor dan dua puluh enam modul sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 10, mengikuti rantai nilai kerangka pemikiran konseptual penelitian. Data dan informasi tinjauan pustaka dan diskusi dengan panel ahli merupakan input penentuan variabel dan konstanta serta persamaan matematis hubungan antar variabel dalam MDIBI.



Gambar 10. Bagian dan Modul-modul dalam MDIBI

Output Sektor I Perkebunan Kelapa Sawit adalah aliran produksi tandan buah segar yang merupakan input sektor III Perkebunan CPO. Output Sektor II Perkebunan Jarak berupa buah jarak yang merupakan input Sektor IV Pabrik CJO. Output Sektor IV Pabrik CJO dan sebagian output Sektor III Pabrik CPO, yang tidak dikonsumsi sebagai bahan baku Sektor VI Minyak Goreng, merupakan input Sektor V Pabrik Biodiesel yang menghasilkan aliran produksi biodiesel berbasis CPO dan CJO. Output Biodiesel tersebut merupakan bahan Biosolar Pertamina yang merupakan campuran antara biodiesel dan solar berbasis fosil.

Sektor VII terdiri dari Modul GDP dan Modul Populasi merupakan input bagi Sektor VIII Mandat Campuran yang terdiri dari Modul *Demand* Bahan Bakar dengan pendekatan permintaan solar perkapita dan Modul Mandat Campuran sebagai umpan balik Sektor V Pabrik Biodiesel. Gambar 11 memperlihatkan contoh *Stock Flow Diagram* (SFD) Modul Dinamika Perkebunan Kelapa Sawit dan Modul Refineri Minyak Sawit.



Gambar 11. Contoh-contoh *Stock Flow Diagram* Modul MDIBI

4.3. Simulasi Kebijakan

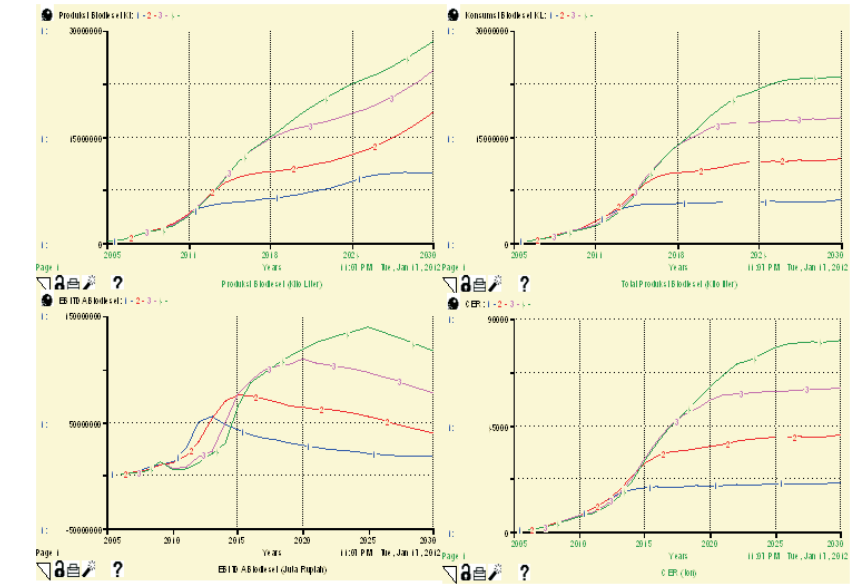
Menggunakan MDIBI dilakukan simulasi kebijakan dengan menggunakan empat skenario dengan variabel-variabel kunci seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel-variabel utama dalam Skenario Kebijakan MDIBI

No	Deskripsi	Skenario			
		1	2	3	4
A	Subsidi Biodiesel, Rp./liter	2,000	2,000	2,000	2,000
B	Mandat Campuran, % Biodiesel-Solar	5	10	15	20
C	Subsidi Solar, Rp./liter	2500	1500	500	-
D	Pajak Solar (PPN + PBBKB + PL), %	15	20	25	30

PPN: Pajak Pertambahan Nilai, PBBKB: Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor, PL: Pajak Lingkungan

Kinerja variabel-variabel produksi biodiesel, keuntungan industri biodiesel (EBITDA), dan *CER* selama periode simulasi 2005-2030 ditunjukkan pada Gambar 12. Kinerja variabel-variabel tersebut menunjukkan respon yang positif terhadap kombinasi intervensi kebijakan berupa kenaikan mandat campuran, penurunan subsidi solar dan kenaikan pajak solar. Pada Skenario 1, dengan pemberian subsidi biodiesel sebesar Rp.2.000/liter, mandat campuran sebesar 5%, subsidi solar sebesar Rp.2.500/liter, dan pajak solar sebesar 15%, produksi biodiesel pada tahun 2025 tidak mencapai target yang direncanakan sebesar 10,22 juta kilo liter. Pada skenario 2, 3, dan 4 target kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025 sebesar 10,22 juta kilo liter dapat dicapai.



Gambar 12. Kinerja Produksi dan Konsumsi Biodiesel, EBITDA dan CER 2005-2030

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan diskusi dengan para pakar industri biodiesel dan simulasi kebijakan MDIBI diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1. Kesimpulan

Kondisi aktual industri biodiesel saat ini belum optimal ditandai dengan tingkat utilisasi kapasitas produksi yang rendah (27%) dan hanya lima produsen biodiesel dari dua puluh dua anggota APROBI yang tetap aktif berproduksi. Tiga dari lima produsen yang beroperasi tersebut merupakan produsen yang terintegrasi dengan perkebunan dan pabrik kelapa sawit. Keenambelas produsen lainnya tidak beroperasi diakibatkan oleh kombinasi fluktuasi harga bahan baku CPO yang cenderung terus meningkat, manajemen modal kerja, dan besaran pasar yang terbatas terkait dengan jumlah subsidi yang dianggarkan Pemerintah untuk biodiesel. Meskipun demikian terdapat produsen biodiesel yang saat ini mampu beroperasi dengan tingkat utilisasi kapasitas yang relatif lebih baik karena merupakan produsen terintegrasi dengan menjual produknya ke pasar ekspor sebagai *Fatty Acid Methyl Ester* yang digunakan bukan hanya sebagai biodiesel tetapi antara lain sebagai bahan pelarut di industri kimia (*solvent*) dan bahan baku surfaktan yang menawarkan harga yang kompetitif.

Target kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025 sebesar 10,22 juta ton tersebut dapat dicapai dengan intervensi kebijakan-kebijakan setidaknya pada level Skenario 2, sebagai berikut: (i) Pencabutan subsidi solar ke level harga pasar, (ii) Perluasan implementasi kewajiban penggunaan campuran biodiesel ke solar di sektor transportasi non PSO, industri dan pembangkit listrik sehingga mencapai target minimum campuran sebesar 10% untuk memberikan kepastian pasar, (iii) Pengean pajak lingkungan terhadap solar sebesar minimum 5% sebagai tambahan atas pengenaan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) dan Pajak Bahan Bakar Kendaraan (PBBKB) , (iv) Subsidi biodiesel minimum sebesar Rp.2.000/liter.

Dinamika kinerja produksi industri biodiesel 2005-2011 berkorelasi positif dengan dukungan pemerintah berupa peraturan perundang-undangan terutama terkait dengan kewajiban mandat campuran biodiesel dengan solar untuk kepastian pasar, payung hukum pemberian subsidi biodiesel dan mekanisme penetapan harga.

Sebagai produk industri yang baru (*infant industry*) dan energi terbarukan, industri biodiesel memerlukan dukungan kebijakan publik yang kuat dan tidak dapat sepenuhnya dilepaskan ke mekanisme bisnis dan pasar. MDIBI yang terdiri dari sembilan sektor dan dua puluh enam modul dalam rantai nilai industri biodiesel mampu digunakan sebagai *platform* untuk mempelajari dinamika industri dan simulasi variabel-variabel, konstanta-konstanta dan intervensi kebijakan dalam rantai nilai industri biodiesel untuk perbaikan kinerja industri biodiesel Indonesia.

Berdasarkan model sistem dinamik yang dikembangkan, ketercapaian kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025 untuk menyumbangkan 10,22 juta kilo liter per tahun sulit untuk dicapai dengan struktur dan kondisi saat ini (skenario 1), terutama tanpa perbaikan kepastian pasar dan komitmen jangka panjang Pemerintah.

Kinerja variabel-variabel produksi biodiesel, keuntungan industri biodiesel (EBITDA), dan CER selama periode simulasi 2005-2030 menunjukkan respon yang positif terhadap kombinasi intervensi kebijakan berupa kenaikan mandat campuran, penurunan subsidi solar dan kenaikan pajak solar. Pada Skenario 1, dengan pemberian subsidi biodiesel sebesar Rp.2.000/liter, mandat campuran sebesar 5%, subsidi solar sebesar Rp.2.500/liter, dan pajak solar sebesar 15%, produksi biodiesel pada tahun 2025 tidak mencapai target yang direncanakan sebesar 10,22 juta kilo liter. Pada skenario 2, 3, dan 4 target kontribusi biodiesel dalam bauran energi Indonesia 2025 sebesar 10,22 juta kilo liter dapat dicapai

## 5.2. Saran

Pelaksanaan kewajiban pencampuran biodiesel di sektor industri dan pembangkit tenaga listrik mulai dilaksanakan untuk memperbesar pasar biodiesel. Penetapan harga solar di sektor transportasi PSO yang saat ini masih mendapatkan subsidi semestinya terus dikurangi besaran subsidi dan dicabut sama sekali dalam masa tiga tahun ke depan. Pengembangan dan difusi energi terbarukan termasuk biodiesel tidak bisa sepenuhnya diserahkan kepada mekanisme pasar, sehingga memerlukan intervensi Pemerintah dan merupakan domain kebijakan publik. Pertimbangan tersebut didasarkan bahwa biodiesel, walaupun secara bisnis belum sekompetitif solar, memiliki nilai positif dalam aspek pengurangan emisi karbondioksida dibandingkan emisi solar dan penciptaan lapangan kerja di sektor perkebunan yang cukup signifikan.

## Daftar Pustaka

- Achten, W. (2010). *Sustainability Evaluation of Biodiesel from Jatropha Curcas L. A life Cycle Oriented Study*. [Dissertation]. Belgia: Katholieke Universiteit Leuven.
- Anderson, V., and Johnson, L. (1997). *Systems Thinking Basics: From Concepts to Causal Loops*. Massachusetts, USA: Pegasus Communications, Inc.
- Brittaine, R., and Lutaladio, N. (2010). *Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop – The Potential for Pro-Poor Development*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Eijck, J., Smeetts, E., Romijn, H., Balkema, A., and Jongschaap. (2010). *Jatropha Assessment Agronomy, Socio-Economic Issues, and Ecology*. Copernicus Institute, Utrecht University, Technical University, Eindhoven, Plant Research International, Wageningen UR.
- Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*. Massachusetts, USA: Pegasus Communications, Inc.
- Global Exchange for Social Investment. (2008). *Global Market Study on Jatropha - Final Report - Prepared for the World Wide Fund for Nature (WWF)*.
- Hira, A, de Oliveira, L.G. (2009). No Substitute for Oil ? How Brazil Developed its Ethanol Industry. *Energy Policy* 37 (2009) 2450–2456, Elsevier.
- International Energy Agency. (2011). *Technology Roadmap-Biofuels for Transport*.
- Jackson, M.C. (2003). *Systems Thinking– Creative Holism for Managers*. John Wiley & Sons.
- JICA (Japan International Cooperation Agency). (2009). *Study on Fiscal and Non Fiscal Incentives to Accelerate Private Sector Geothermal Energy Development in The Republic of Indonesia*. Ministry of Finance, The Republic of Indonesia.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2006). *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025 sesuai Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional*.
- Kim, Daniel H. (1997). *Introduction to Systems Thinking*. Massachusetts, USA: Pegasus Communications, Inc.
- Morecroft, J.D.W. (2007). *Strategic Modeling and Business Dynamics: a Feedback System Approach*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional*. Jakarta.
- Richmond, B. (2004). *An Introduction to System Thinking*. New Hampshire: Isee systems. ISBN 0-9704921-03.
- Sterman, J.D. (2000). *Business Dynamics – System Thinking and Modeling for a Complex World*. Singapore: Mc Graw Hill. ISBN 007-124107-8.
- Stern, Nicholas. (2007). *The Economics of Climate Change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. ISBN:9780521700801.
- Tasrif, M., Alias, E.F., Noh, K.M., and Arshad, F.M. (2011). Policy Development using System Dynamics Methodology: A Case of Sustainability of Self Sufficiency Level of Rice in Malaysia under Trade Liberalization. *Paper presented at 1<sup>st</sup> Workshop on Systems Modelling for Policy Development. Jakarta*.
- Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati. (2006). *Pengembangan Bahan Bakar Nabati untuk Percepatan Pengurangan Kemiskinan dan Pengangguran*. Jakarta.